



Пироговская олимпиада для школьников по химии.

Отборочный этап 2024-2025 г.г.

9 класс

Вопрос 1. Занимательные истории из жизни ученых

10 баллов, за каждый ответ по 5 баллов

Однажды ученые Дэви и Фарадей, будучи в замке герцога Тосканы, затеяли разговор о том, что многие драгоценные камни по природе своей лишь неорганические вещества, способные вступать в простые реакции. В качестве доказательства они поместили камень из перстня герцога в маленькую нагреваемую камеру и направили на него пучок солнечных лучей, собранных линзой. Через некоторое время герцог изумленно произнес: «Мой камень испарился...». Ответьте герцогу на два вопроса:

1. Какова химическая природа камня?
2. Какой процесс происходил в камере?

Ответ:

1. Углерод (алмаз).
2. Горение.

Вопрос 2. Химия в картинках

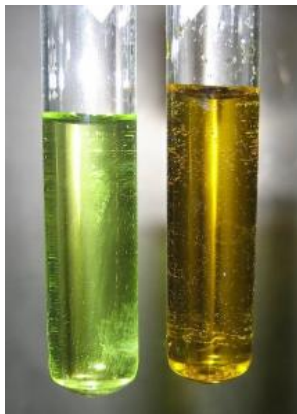
10 баллов, за каждый пункт по 1 баллу

На рисунке представлены изменения цвета раствора одного и того же вещества.



1. К какой группе соединений относится это вещество?
2. Приведите название этого соединения

На рисунке представлены хлориды одного элемента.



3. Назовите элемент хлоридов.
4. Укажите заряды ионов в растворах в соответствующей рисунку последовательности (через запятую без пробелов)





На рисунке представлены цвета пламени элементов одной и той же группы.



5. Перечислите названия этих элементов в соответствующей рисунку последовательности (через запятую без пробелов).

6. Как называется эта группа?

На рисунках приведена последовательность растворения студенистого осадка при добавлении неорганического реагента.



7. Приведите название вещества осадка.

8. Приведите название реагента, раствор которого добавляют.

9. Как (одним словом) назвать тип реакции, проходящей при этом?



К какому типу относится представленная на рисунке реакция?

Ответ:

1. Индикатор или индикаторы.

2. Метилоранж или метиловый оранжевый. В первой пробирке в кислой среде, в средней – в нейтральной, в последней – в щелочной.

3. Железо.





4. 2+,3+.
5. Литий, натрий, калий, рубидий, цезий.
6. Щелочные металлы.
7. Гидроксид меди(II)
8. Аммиак.
9. Комплексообразование, $\text{Cu}(\text{OH})_2 + 4\text{NH}_3 \rightarrow [\text{Cu}(\text{NH}_3)_4](\text{OH})_2$.
10. Разложение, $(\text{NH}_4)_2\text{Cr}_2\text{O}_7 \rightarrow \text{N}_2 + \text{Cr}_2\text{O}_3 + 4\text{H}_2\text{O}$.

Вопрос 3. Зашифрованное уравнение

10 баллов, каждый пункт по 2 балла

Школьники на уроке получили творческое задание: расположить на столе имеющиеся карточки химических веществ таким образом, чтобы получилось уравнение реакции.

Ребята с заданием справились, но ночью из-за сильного ветра часть карточек улетела в окно. По памяти школьники восстановили описание веществ, участвующих в химическом процессе. Подскажите ребятам формулы соединений и расшифруйте приведенное ниже уравнение реакции:



Если известно, что:

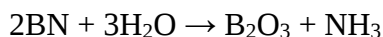
A – сложное вещество молекулярного строения, образовано элементами одного периода.

B – сложное вещество, в уравнении реагирует в газовой фазе, находящейся в равновесии с жидкой фазой этого же вещества.

D – сложное соединение, используется в синтезе азотной кислоты.

Определите вещества A-D. К какому классу соединений относится вещество C?

Ответ:



1. Вещество **A** – BN.
2. Вещество **B** – H_2O .
3. Вещество **C** – B_2O_3 .
4. Вещество **D** – NH_3 .
5. Вещество **C** относится к классу кислотный оксид.

Вопрос 4. Чудеса в воде

10 баллов. Каждая цифра на своем месте - 3 балла, последний пункт - 1 балл.

Многие школьники полагают, что при приготовлении водного раствора его масса будет равна сумме масс растворяемого вещества и воды. Однако, это не всегда так. Необходимо учитывать химические процессы, происходящие при растворении. Юные химики провели эксперимент:

Три колбы пронумеровали и поместили по 5 грамм веществ по списку:

- 1 – карбид кальция,
- 2 – силицид магния,
- 3 – гидрид натрия.

Затем аккуратно добавили в каждую колбу равные объемы избытка воды с соблюдением всех правил техники безопасности. По окончании всех процессов колбы взвесили.

1. Расположите номера колб в порядке уменьшения в них масс растворов. Ответ приведите в виде последовательности цифр без запятых.

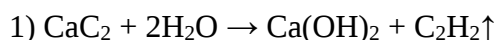




2. Как называется процесс взаимодействия перечисленных веществ с водой (одним словом строчными буквами)?

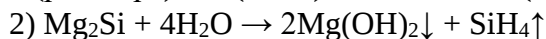
Ответ:

1. 312.



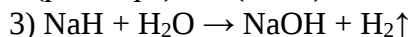
$$n(\text{CaC}_2) = 5/64 = 0,078125 \text{ моль}; m(\text{C}_2\text{H}_2) = 0,078125 \cdot 26 = 2,03 \text{ г.}$$

$$m(\text{раствора}) = m(\text{воды}) + 5 - 2,03 = m(\text{воды}) + 2,97$$



$$n(\text{Mg}_2\text{Si}) = 5/76 = 0,0658 \text{ моль}; m(\text{SiH}_4) = 0,0658 \cdot 32 = 2,1 \text{ г}; m(\text{Mg(OH)}_2) = 0,0658 \cdot 58 = 3,82 \text{ г}$$

$$m(\text{раствора}) = m(\text{воды}) + 5 - 2,1 - 3,82 = m(\text{воды}) - 0,92$$



$$n(\text{NaN}) = 5/24 = 0,208 \text{ моль}; m(\text{H}_2) = 0,208 \cdot 2 = 0,416 \text{ г};$$

$$m(\text{раствора}) = m(\text{воды}) + 5 - 0,416 = m(\text{воды}) + 4,584$$

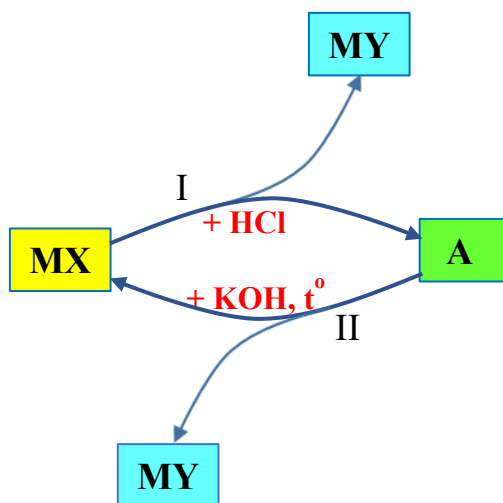
2. Гидролиз.

Вопрос 5. Химические качели

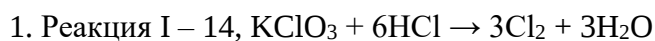
10 баллов. Первые два пункта по 4 балла, третий 2 балла.

Превращение соли **MX** в газ **A** и обратно сопровождается образованием соли **MY** и представлено на схеме. Напишите уравнения двух реакций. В ответе укажите суммы коэффициентов в каждой из них.

Чему равно суммарное число электронов в молекуле **MX**?



Ответ:



3. $\text{MX} = \text{KClO}_3$, 60.

Вопрос 6. Кислородсодержащие вещества, но не оксиды

10 баллов. Первый пункт – 3 балла, за каждый правильный ответ по 1 баллу. Второй пункт – 1 балл, третий - 1 балл, четвертый 5 баллов.

В самом начале изучения химии, ученик, на задание учителя выбрать формулы оксидов из списка соединений, дал такой ответ: P_2O_3 , OF_2 , CaO , H_2O , Na_2O , BaO_2 , SO_3 , CO , KO_2 , SiO_2 .

1. Найдите неверные ответы в решении ученика.





2. Одно из соединений в списке имеет в составе «частицу активного кислорода».
3. Как называется такая разновидность веществ, к которым относится соединение из пункта



4. Какую массу вещества из пункта 2 в граммах необходимо поместить в химический кислородный генератор самолета, чтобы при разгерметизации салона пассажиры могли получить в течение 20 мин 130 литров (н.у) чистого кислорода, необходимого для дыхания. Ответ округлите до целого числа.

Ответ:

1. OF_2 фторид кислорода, BaO_2 , пероксид бария, KO_2 супероксид калия
2. KO_2 имеет в своем составе «частицу активного кислорода», которая освобождается при его разложении.
3. Супероксид или надпероксид.
4. 549

$$n(\text{O}_2) = 130/22,4 = 5,8 \text{ моль} \quad 4\text{KO}_2 \rightarrow 2\text{K}_2\text{O} + 3\text{O}_2$$
$$m(\text{KO}_2) = 7,73 \cdot 71 = 549 \text{ г}$$

Вопрос 7. О превращении желтоватых кристаллов

10 баллов. Первый пункт – 2 балла, остальные по 4 балла

Юные исследователи провели опыт. В колбу поместили навеску желтоватого кристаллического бинарного соединения массой 15,6 г. Сосуд заполнили большим избытком углекислого газа, герметично закрыли и оставили стоять при комнатной температуре. Через некоторое время колбу открыли, содержимое колбы взвесили. Масса твердого вещества увеличилась на 35,90% по сравнению с исходной, а состав вышедшего из колбы газа изменился. При прокаливании на воздухе полученного белого порошкообразного вещества его масса не изменилась.



Ответьте на вопросы юных химиков:

- 1) К какому классу неорганических соединений относится полученный порошок? (в ответе используйте строчные буквы).
- 2) Сколько литров углекислого газа поглотилось?
- 3) Какое вещество ребята взяли для опыта? Приведите его молярную массу.





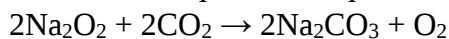
Ответ:

1. Средняя соль.

2. 4,48.

3. 78.

По внешнему виду и по изменению состава газа можно предположить, что исходное вещество – пероксид натрия Na_2O_2 .



$$n(\text{Na}_2\text{O}_2) = 15,6/78 = 0,2 \text{ моль. } m(\text{Na}_2\text{CO}_3) = 0,2 \cdot 106 = 21,2 \text{ г}$$

$21,2/15,6 = 1,359$, т.е. масса возросла на 35,9%, что соответствует условию задачи.

$$V(\text{CO}_2) = 0,2 \cdot 22,4 = 4,48 \text{ л}$$

$$M(\text{Na}_2\text{O}_2) = 78 \text{ г/моль.}$$

Вопрос 8. Битва за урожай в виде химического конструктора

10 баллов. Пункт 1.1 – 2 балла, 1.2 – 3 балла, пункт 2 – 5 баллов

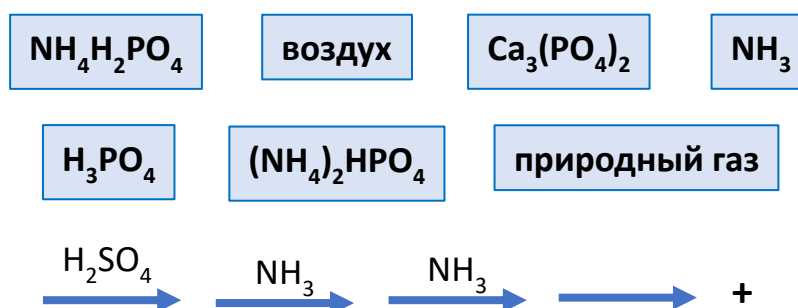
Благодаря разработкам немецких ученых Фрица Габера и Карла Боша спасены жизни миллиардов людей. Речь идет о синтезе важнейшего компонента минеральных удобрений. Растения не могут самостоятельно связывать атмосферный азот, так необходимый для их роста (за исключением некоторых одноклеточных организмов), поэтому без своевременного обогащения почв необходимыми минералами, урожайность посевных культур резко сокращается. Это привело бы к катастрофе и глобальному голоду.

Но за счет методики Габера – Боша фермеры имеют возможность вносить в почву до 500 млн. т удобрений ежегодно.

1. Из представленных элементов, расположив их в правильной последовательности, Вам предлагается попробовать составить две схемы:

первая - синтез основополагающего сырья для удобрения;

вторая - получение аммофоса, состоящего из гидро- и дигидрофосфата аммония.



2. Какую массу (в кг) азота получают растения при внесении 50 кг аммофоса на 1 га, если аммофос содержит 10% гидрофосфата аммония, а остальное – дигидрофосфат аммония?

Ответ округлите до десятых.

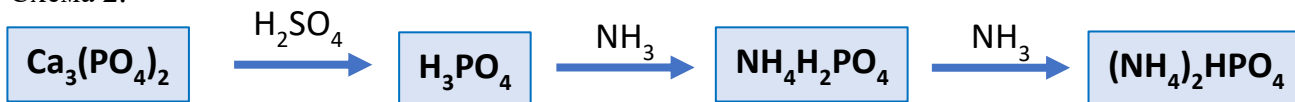
Ответ:

Схема 1.





Схема 2.



2. 6,5.

$$n((\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4) = 50 \cdot 0,1 / 132 = \text{кмоль}$$

$$n(\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4) = 50 \cdot 0,9 / 115 = 0,391 \text{ кмоль}$$

$$m(\text{N}) = 14(0,0379 \cdot 2 + 0,391) = 6,5 \text{ кг.}$$

Вопрос 9. «Горячие» реакции

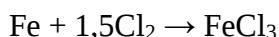
10 баллов, за каждый ответ по 5 баллов

В реактор поместили 22 л (н.у.) хлора и внесли 30 г раскаленного железа, при этом выделилось 434 кДж тепла.

1. Вычислите теплоту образования соли в кДж/моль
2. В две колбы поместили равное количество железных опилок. К содержимому первой колбы добавили концентрированную азотную кислоту, ко второй – концентрированную серную кислоту. Колбы нагрели. Сравните объемы выделившихся газов.

Ответ:

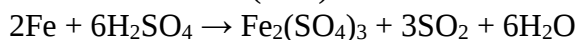
1. 810.



$$n(\text{Cl}_2) = 22/22,4 = 0,982 \text{ моль}$$

$$n(\text{Fe}) = 30/56 = 0,536 \text{ моль, следовательно } n(\text{FeCl}_3) = 0,536 \text{ моль и теплота образования соли} \\ = 434/0,536 = 810 \text{ кДж/моль}$$

2. 2/1.



$$V_1/V_2 = 2/1$$

Вопрос 10. Неопознанный реактив

10 баллов, каждый пункт по 5 баллов

Ребята в кабинете химии на полке нашли банку с кристаллическим окрашенным реактивом, на которой уцелела надпись «..... ангидрид». Небольшая навеска найденного соединения была растворена без остатка в большом количестве воды. Фиолетовый лакмус в полученном растворе изменил окраску и стал красным. Анализ показал следующее содержание элементов в растворе: О - 85.74%; Н – 10.256%. Помогите ребятам восстановить недостающую информацию на этикетке. Предложите формулу неизвестного соединения.

1. Чему равна масса воды в граммах, пошедшая на приготовление 100 г этого раствора?
2. Формула неизвестного вещества.

Ответ:

1. 92,3.

$$\text{Предположим, что получили 100 г раствора. } m(\text{H}_2\text{O}) = 18(100 \cdot 0,10256/2) = 92,3 \text{ г}$$

$$n(\text{O в растворе}) = 100 \cdot 0,8574/16 = 5,36 \text{ моль, } n(\text{O в ангидриде}) = 5,36 - 5,13 = 0,23 \text{ моль.}$$

2. CrO_3

Судя по агрегатному состоянию и цвету, ангидрид кислоты является оксидом металла в высокой степени окисления. $m(\text{элемента в ангидриде}) = 100 - 85,74 - 10,256 = 4 \text{ г.}$

Если формула оксида ЭO_3 , получим $M(\text{Э}) = 4 \cdot 3/0,23 = 52 \text{ г/моль, Э} = \text{Cr. Оксид } \text{CrO}_3.$

